
REVISTA CERES

DIRETORES

Janeiro - Junho — 1950

Prof. Edson Potech Magalhães
Prof. Arlindo P. Gonçalves
Prof. A. Secundino São José
Prof. Jurema Soares Aroeira
Prof. J. M. Pompeu Memória

VOL. VIII

N. 46

VIÇOSA — MINAS

Caixa postal, 4 — ESAV — E. F. Leopoldina

Deficiências Minerais em Sisal e a “Necrose da Base das Fôlhas” (*)

PAULO DE T. ALVIM, Ph.D. (**)

A única doença realmente séria que ocorre nas culturas de sisal (*Agave sisalana* Perrine) em nosso país, é tida como provocada por deficiência nutricional da planta. Esta moléstia é geralmente conhecida como “doença da base das fôlhas”, “doença do colarinho das fôlhas” ou “necrose da base das fôlhas” (Medina, 1943). Na literatura inglêsa a doença é denominada “leaf foot disease” ou “banding disease”; em alemão, “Umknicken der Blätter”, e em francês, “collier des feuilles”. No Brasil, a doença já foi constatada nos Estados de São Paulo, Bahia, Paraíba e Minas Gerais.

Em Viçosa, um pequeno campo experimental mantido pela Escola Superior de Agricultura, em terreno acidentado e de qualidade inferior, mostra-se grandemente danificado pela moléstia. Nas baixadas, onde o solo é aparentemente mais rico, não se nota o aparecimento da doença.

Uma revisão da literatura sôbre a doença encontra-se no trabalho de Medina (1943). Êste autor realizou experiên-

(*) Trabalho apresentado na 1ª Reunião da Sociedade Botânica do Brasil, em Janeiro de 1950. — O autor agradece ao Prof. Otávio Drummond, do Instituto Agrônômico de Minas Gerais, por ter sugerido êste estudo e pela colaboração prestada no início do trabalho.

(**) Eng. Agrônomo, Professor do Depto. de Botânica da ESAV.

cias no campo, adubando as plantas afetadas com carbonato de cálcio e sulfato de potássio, tendo conseguido controlar a doença com este último tratamento, aplicando anualmente 100 a 200 gramas de adubo em cada planta. Medina concluiu que a causa da doença seria uma deficiência de potássio no solo, concordando assim com a opinião de Mors-tatt (1930) e Doop (1935, 1937, 1939) citados em seu trabalho.

Outros investigadores consideram a moléstia como causada pela ação dos raios solares incidindo sobre as gotas de orvalho que funcionariam como lentes; pela ação de um vírus; pela baixa temperatura; pela ação do fungo *Colletotrichum agaves* Sacc., etc. Machado (1948) é de opinião que no Estado da Paraíba a causa da "necrose da base das folhas" seria a falta de cálcio e não de potássio, e diz que a doença "é facilmente eliminada dos campos de cultura si se faz previamente uma calagem ou se acrescenta cinza ao solo".

Como, até o presente, nenhuma tentativa foi feita para se reproduzir a doença em laboratório, o autor resolveu estudar este aspecto do problema, cultivando plantas em soluções minerais de diferentes composições, procurando assim verificar se a doença é mesmo causada por deficiência mineral, conforme se acredita.

MÉTODO

Trinta mudas (bulbilhos) mais ou menos do mesmo tamanho e com 4 ou 5 folhas, foram removidas de uma planta sadia e plantadas em vasos contendo areia lavada. Durante dois meses, de abril a junho de 1948, as mudas permaneceram nestes vasos, expostas ao tempo, recebendo uma rega em dias alternados, com água comum de torneira. A 10 de junho de 1948, quando as plantas já se mostravam um pouco amarelecidas pela falta de elementos minerais, escolheram-se vinte mudas das mais uniformes para se fazer o cultivo em soluções nutritivas.

As soluções usadas foram as de Hoagland e Arnon (1938), preparadas de acôrdo com as tabelas abaixo.

Foram cultivadas 3 plantas em solução completa, 3 em solução sem potássio, 3 sem magnésio, 3 sem cálcio, 2 sem nitrogênio, 2 sem fósforo, 2 sem boro e 2 sem ferro. Não se cultivou nenhuma planta em solução sem enxôfre.

As plantas foram cultivadas em vidros de bôca larga com capacidade para 2,2 lt., os quais foram pintados externamente com tinta de alumínio para se evitar a entrada de luz.

Durante os seis primeiros meses, todos os vidros receberam arejamento contínuo durante o dia, por meio de uma bomba de compressão. À noite suspendia-se o arejamento. A Fig. 1 mostra as plantas com os tubos de arejamento (fotografia tirada em julho de 1948).

Como o arejamento só podia ser realizado dentro do laboratório, em local que só recebia luz direta do sol durante o período da tarde, resolveu-se posteriormente eliminar o arejamento para se cultivarem as plantas em local mais iluminado, do lado de fora do laboratório. Aparentemente, as plantas nada sofreram com esta mudança de condições.

As soluções eram mudadas uma vez por mês. Duas vezes por semana adicionava-se água destilada aos vidros afim de se manter constante o nível das soluções.

RESULTADOS

A) Crescimento das plantas:

Para se fazer uma idéia do desenvolvimento geral das plantas, apresentamos, na Tabela 1, o pêso e a altura de cada uma delas, conforme dados colhidos em dezembro de 1949, isto é, 18 meses após a instalação do ensaio. Como altura das plantas tomou-se a perpendicular que ia do colêto ao plano horizontal que passava pela ponta das fôlhas mais altas. As plantas da solução "sem cálcio" não figuram nestes dados porque tôdas já haviam sido eliminadas da experiência quando os mesmos foram tomados. A figura 2 representa grãficamente o pêso das plantas.

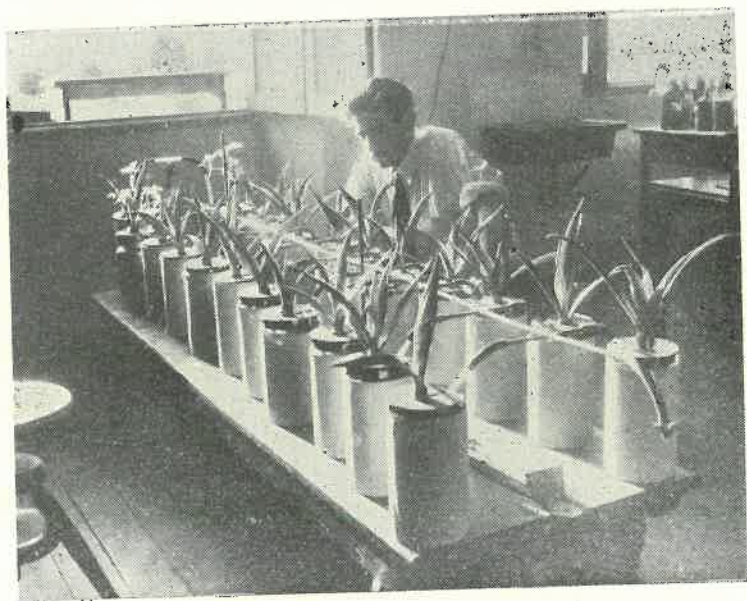


Fig. 1 — Aspecto da cultura em solução, em julho de 1948.

Tabela I — Crescimento das plantas

Solução	Pêso da planta (em gramas)	Altura da parte área (em cm.)
Completa "a"	554	31
« "b"	551	33
« "c"	642	33
Sem fósforo "a"	433	24
« "b"	183	20
Sem potássio "a"	358	25
« "b"	275	26
« "c"	392	30
Sem nitrogênio "a"	122	17
« "b"	141	25
Sem magnésio "a"	194	18
« "b"	173	17
« "c"	140	19
Sem ferro "a"	184	21
« "b"	111	17
Sem boro "a"	184	31
« "b"	94	21

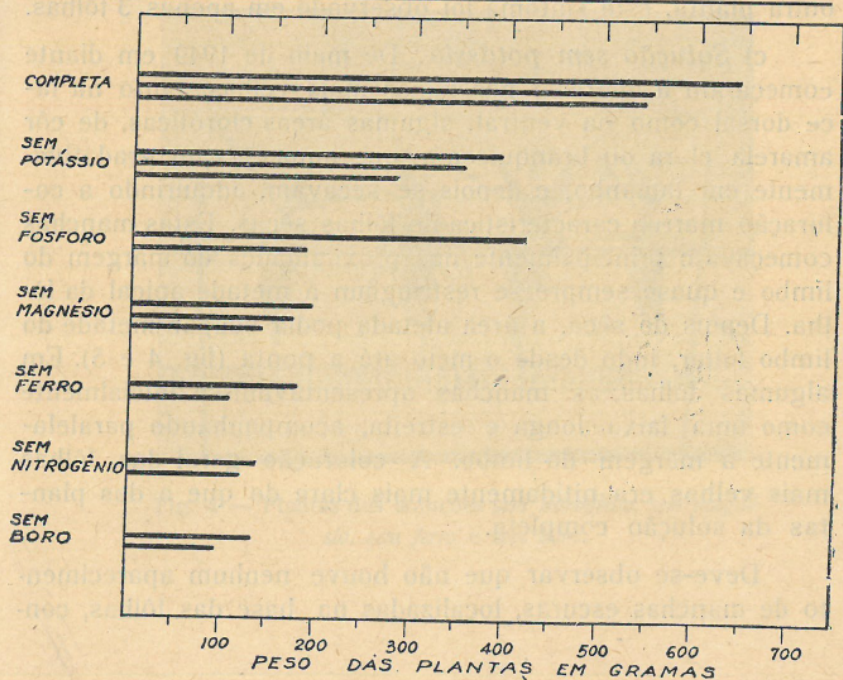


Fig. 2 — Representação gráfica do pêso das plantas, em dezembro de 1949

B) Aspecto geral das plantas:

a) *Solução completa*: Plantas "normais", isto é, bem desenvolvidas, com coloração verde escura, fôlhas largas e espessas e abundante sistema radicular (fig. 3).

b) *Solução sem fósforo*: Até julho de 1949, uma das plantas apresentava-se quase tão bem desenvolvida quanto às da solução completa. A outra mostrava-se menor, porém de aparência sadia. Em ambas o verde das fôlhas mostrava-se ainda mais escuro do que o das plantas em solução completa. Em dezembro de 1949, as plantas sem fósforo apresentavam-se menores do que as da solução completa e possuíam fôlhas mais finas e estreitas. As fôlhas de baixo, mais velhas, eram mais longas do que as das plantas da solução completa, porém, por serem finas e estreitas, não se mantinham em posição normal, curvando-se para baixo. (fig. 3). Uma das plantas (a menor) mostrava tôdas as fôlhas necrosadas, a partir da ponta para o meio do limbo, com o mesmo aspecto das plantas cultivadas em solução sem boro. Na outra planta, êste sintoma foi observado em apenas 3 fôlhas.

c) *Solução sem potássio*: De maio de 1949 em diante começaram a aparecer nas fôlhas mais velhas, tanto na face dorsal como na ventral, algumas áreas cloróticas, de cor amarela clara ou branquicenta, que aumentavam gradativamente em tamanho, e depois se secavam, adquirindo a coloração marron característica de fôlhas sêcas. Estas manchas começavam principalmente nas proximidades da margem do limbo e quase sempre se restringiam à metade apical da fôlha. Depois de sêca, a área afetada podia ocupar metade do limbo foliar, indo desde o meio até a ponta (fig. 4 e 5). Em algumas fôlhas, as manchas apresentavam-se inicialmente como uma faixa longa e estreita, acompanhando paralelamente a margem do limbo. A coloração geral das fôlhas mais velhas era nitidamente mais clara do que a das plantas da solução completa.

Deve-se observar que não houve nenhum aparecimento de manchas escuras, localizadas na base das fôlhas, con-

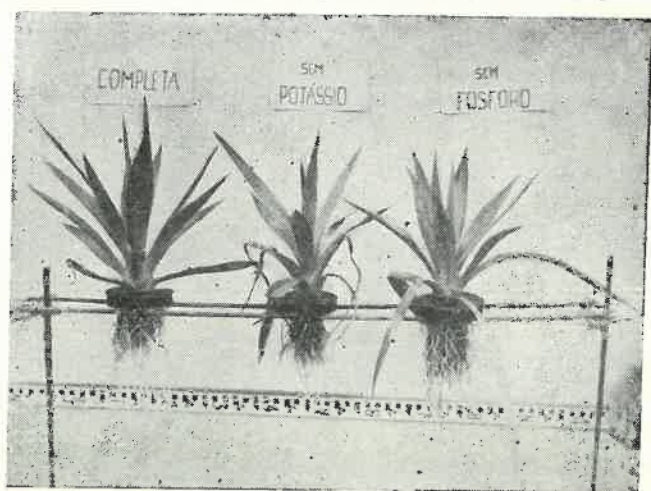


Fig. 3 — Plantas das soluções *completa*, *sem potássio* e *sem fósforo*.

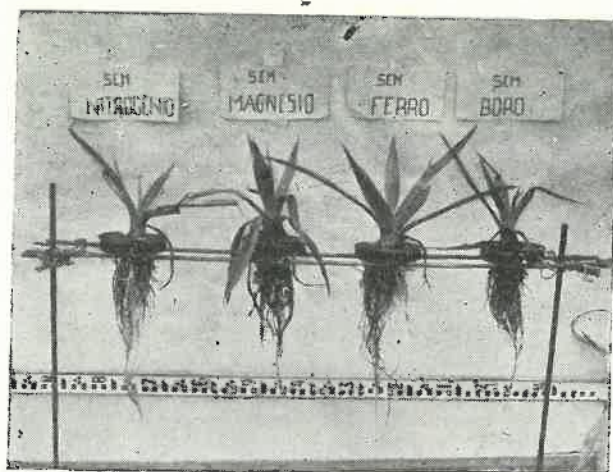


Fig. 4 — Plantas das soluções *sem nitrogênio*, *sem magnésio*, *sem ferro* e *sem boro*.

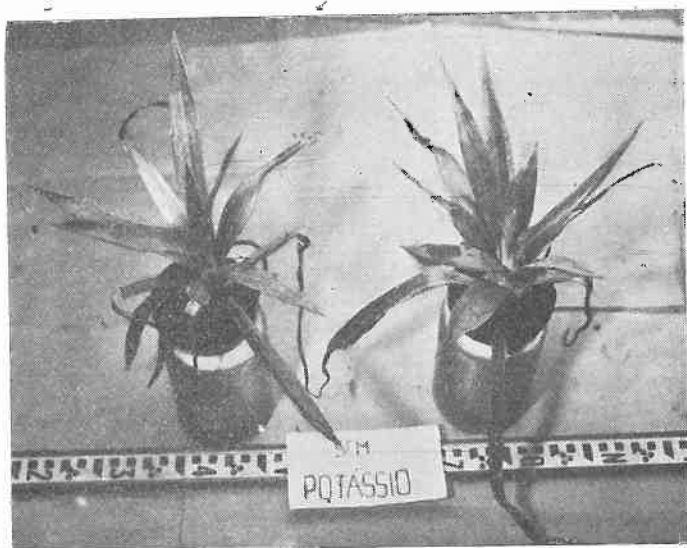


Fig. 5 — Plantas da solução *sem potássio*.

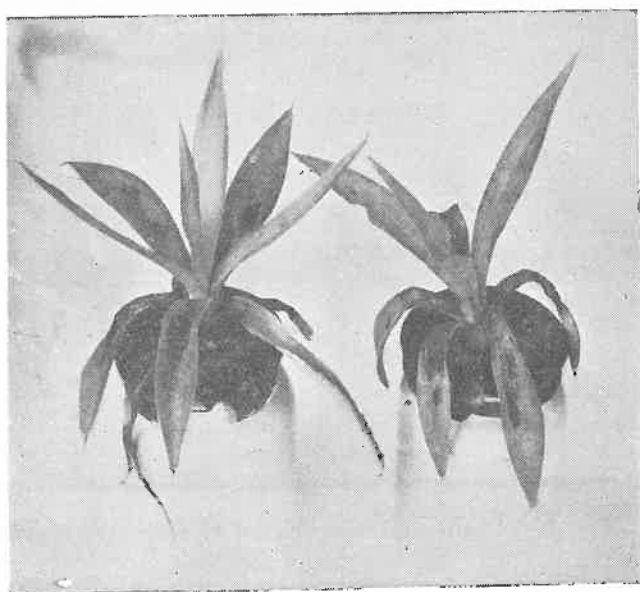


Fig. 6 — Plantas da solução *sem magnésio*.

forme os sintomas da doença conhecida como "necrose da base das folhas".

d) *Solução sem nitrogênio*: Crescimento muito lento. Desde outubro de 1948, tanto as folhas novas como as velhas começaram a apresentar sinais de clorose em todo o limbo, a qual se foi acentuando gradativamente. De agosto para dezembro de 1949, as folhas de baixo começaram a secar (Fig. 4), e as partes basal e marginal adquiriram uma coloração rósea, indicando provavelmente, presença de antocianina. Raízes longas, porém finas e pouco abundantes.

e) *Solução sem cálcio*: O crescimento ficou praticamente paralizado. Em dezembro de 1949, o brôto terminal começou a "apodrecer", apresentando uma necrose preta e "úmida", começando na parte mediana das folhinhas novas. Em março de 1949, uma das plantas morreu. As outras duas começaram a emitir brotações laterais, por baixo das folhas mais velhas, exibindo um caso típico de "dominância apical": a morte do brôto terminal favorecendo a brotação lateral. Em julho as plantas foram eliminadas da experiência por se acharem em péssimo estado.

f) *Solução sem magnésio*: Crescimento bastante limitado. Os sintomas típicos da deficiência começaram a aparecer em agosto de 1949, acentuando-se gradativamente daí para frente (Fig 6). Todos os sintomas parecem coincidir com as manifestações da doença conhecida como "necrose da base das folhas". Notou-se, primeiramente, o aparecimento de manchas escuras (quase pretas) e deprimidas, tanto na face dorsal da folha como na ventral, começando, porém, com mais frequência na primeira. As lesões apareciam nas folhas mais velhas, de baixo, e limitavam-se apenas à metade inferior das folhas, sendo mais comum no terço inferior (zona basal). A metade apical do limbo não apresentava sinais de necrose. Apenas na extremidade da folha, na região onde se prende o espinho, notou-se morte e dessecamento do tecido, tomando uma extensão de 1,5 a 2 cm.

As lesões características da deficiência tinham início

tanto na margem como no centro do limbo, e algumas apresentavam uma exsudação resinosa.

Em estado mais adiantado da deficiência, as folhas perdem a turgescência e começam a apresentar manchas amareladas em todo o limbo. Finalmente as margens do limbo se enrolam para dentro e as folhas se dobram para baixo na região mais atacada da necrose.

g) *Solução sem ferro*: Além do pequeno porte das plantas, o único sintoma aparecido até dezembro de 1949, foi a seca do espinho das folhas mais velhas, conforme se observou também nas plantas sem magnésio. Numa das plantas a região sêca abrangeu, em cinco folhas, uma extensão de 5 a 10 centímetros da ponta do limbo, ficando a planta com o mesmo aspecto das cultivadas em solução sem boro. Notou-se também exsudação resinosa nas zonas afetadas.

h) *Solução sem boro*: Crescimento também muito reduzido. A partir de dezembro de 1948 as folhas mais velhas começaram a apresentar necrose na ponta, progredindo para a região mediana do limbo. A área necrosada adquiria uma coloração escura, quase preta, e depois de murchar enrolava-se para dentro. As folhas mais novas do brôto continuavam normais.

CONCLUSÕES

Pelos resultados desta experiência, concluiu-se que a doença conhecida como "necrose da base das folhas" não parece ser causada por falta de potássio no solo, conforme defendem Medina, Morstatt, Doop e outros, mas, sim, por falta de magnésio.

Os sintomas da doença no campo, conforme os descreve o próprio Medina (1943) são os seguintes:

"O distúrbio se inicia sempre pelo aparecimento de pequenas manchas escuras na parte basal da folha, geralmente em ambas as margens ou em uma, mais raramente na parte central. As lesões aumentam em tamanho até ocupar toda a página inferior da folha, uma extensão de cerca de

10 cm, seja pela coalescência de manchas laterais, seja pelo aumento de uma única. Forma-se aí uma larga faixa de tecido preto e sêco. Quando a área necrótica atinge êste ponto, a fôlha perde a sua turgescência e apresenta uma descoloração geral. Suas margens se enrolam para dentro, e, finalmente, dobram-se na região necrótica de modo que a sua extremidade toca o chão. As lesões são deprimidas em ambas as páginas da fôlha. Constatamos que esta moléstia se manifesta sempre em plantas novas, com cêrca de 12 a 24 meses de idade, nunca antes e nem em plantas já adultadas. Também, a julgar pelo que temos observado, ela inicia seu aparecimento em uma plantaçãõ sòmente nas fôlhas que atingirem um certo grau de maturidade. Nunca a constatamos em fôlhas novas, que acabam de se destacar do brôto central, nem tampouco nas completamente maduras. Atinge sòmente aquelas situadas em ângulo de 45 a 75 graus com a horizontal. Notamos que, às vezes, se forma na página inferior das fôlhas, no ponto da necrose, uma exsudação resinosa”.

Praticamente todos os sintomas acima foram observados nas plantas da soluçãõ sem magnésio.

Um exame das plantas atacadas pela moléstia nos campos de Viçosa, revelou ainda que a “sêca do espinho” observada em plantas com deficiência de magnésio, nota-se também nas plantas com “necrose da base das folhas”.

Medina (1943) conseguiu controlar a doença com uma adubaçãõ com sulfato de potássio, e concluiu que a falta de potássio seria a causa da moléstia. Se, entretanto, a causa da moléstia for realmente a falta de magnésio — conforme indicam os resultados dêste estudo — os resultados benéficos obtidos pela adubaçãõ potássica, na experiênciã de Medina, talvez possam ser explicados pela presença de magnésio como impureza no adubo, ou mesmo pelo fenômeno de “troca das bases”, no qual o potássio tomãria o lugar do magnésio nos coloides de argila, deixando êste último em disponibilidade para as plantas. Medina não faz referênciã à qualidade do adubo empregado, mas, em geral, o sulfato de potássio comum contém cêrca de 2,7% de $Mg SO_4$ e 1,0% de $Mg Cl_2$ (Pluvinage, 1923).

Em dezembro de 1949 o autor iniciou um ensaio experimental no campo, adubando as plantas afetadas, com sais de magnésio. Os resultados dêste ensaio deverão ser publicados futuramente.

RESUMO

Agave sisalana Perrine foi cultivada em soluções minerais com diferentes composições, numa tentativa para se reproduzir, no laboratório, a doença conhecida como "necrose da base das folhas", muito comum no Brasil, e geralmente tida como provocada por falta de potássio no solo. Foram estudados os sintomas de deficiência de potássio, fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio, ferro e boro.

Verificou-se, com surpresa, que a verdadeira causa da moléstia parece ser falta de magnésio e não de potássio.

Em vista dêste resultado o autor conclui que o controle da doença pela adubação potássica, no campo, conforme já foi conseguido por outros investigadores, talvez seja devido à presença de Mg, como impureza no adubo, ou então a um fenômeno de "troca de bases", no qual o K tomaria o lugar do Mg, nos colóides do solo, deixando êste último em disponibilidade para as plantas.

SUMMARY

Agave sisalana Perrine was cultivated for 18 months in nutrient solutions of different composition in an attempt to reproduce, under controlled conditions, the disease known as "leaf foot disease", generally attributed to potassium deficiency. This is the most important sisal disease in Brasil.

Hoagland and Arnon's nutrient solutions were used in the experiment.

After describing the symptoms of deficiency of phosphorus, potassium, nitrogen, calcium, magnesium, iron, and boron, the author concludes that the "leaf foot disease" does not seem to be caused by potassium deficiency, but by ma-

gnesium deficiency. Every symptom of the disease, as occurred in field conditions, had been observed in the plants grown in solutions where no magnesium was available.

The fact that the disease may be controlled by potassium fertilization, as reported by some authors, is attributed by the writer to either the presence of magnesium as impurity in the fertilizer used or due to base exchange between potassium and magnesium in the soil.

Literatura citada

- 1) Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. — The water-culture method for growing plants without soil. Univ. of Calif. Col. of Agric. Circular 347, 39 pp. 1938.
- 2) Machado, Adelmo A. — As doenças do agave na Paraíba. Publicação da Escola de Agronomia do Nordeste, Secretaria da Agricultura, Paraíba. 23 pp. 1948.
- 3) Medina, J. C. — A necrose da base da fôlha do sisal. *Bragantia* 3: 73-84. 1943.
- 4) Pluvinage, Ch. — *Industria y Comercio de los Abonos*. Enciclopedia Agrícola. 556 pp. Barcelona, 1923.